

Π_0	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000	12000
\tilde{N}'_o	4,3	8,6	17,2	34,45	51,7	68,9	86,1	103,35
k_0	0,042	0,08	0,16	0,3	0,5	0,67	0,8	1

На износостойкость формообразующих элементов специализированных гибочных штампов большое влияние оказывает материал, из которого они изготовлены.

Проведенные исследования показали, что при изготовлении формообразующих элементов специализированных гибочных штампов из стали X12M и ШХ15 увеличение их износостойкости находится в прямой зависимости от толщины штампуемого материала.

При этом по сравнению со сталью У8А коэффициент k_i повышения износостойкости составляет для стали X12M и ШХ15 при штамповке деталей:

толщиной 4 мм соответственно 1,57 и 1,36;

толщиной 5 мм соответственно 1,84 и 1,38;

толщиной 6 мм соответственно 1,75 и 1,37;

толщиной 8 мм соответственно 1,62 и 1,23.

Таким образом, с достаточной степенью точности, для легированных инструментальных сталей ШХ 15, X12M: $k_i = 1,4 \dots 1,7$.

Большие значения k_i рекомендуются для сталей класса X12, X12M, X12Ф.

В результате, на основании выше изложенного, формула (12) может быть представлена в следующем виде:

$$C_T = 2,322 \cdot S^{1,4839} \cdot \sigma_a^{1,2} \cdot k_0 \cdot k_i \quad (13)$$

Выводы.

1. Увеличение толщины штампуемого материала приводит к повышению износа формообразующих элементов специализированных гибочных штампов. При этом изменение величины износа происходит непропорционально изменению толщины материала.

2. Между толщиной штампуемого материала и износом формообразующих элементов специализированных гибочных штампов во всех случаях имела место прямолинейная зависимость.

3. В результате проведенных исследований получена формула для определения износостойкости формообразующих элементов конструкции СПШ для гибки листовых деталей, позволяющая прогнозировать требуемое количество формообразующих элементов, необходимых для технологической подготовки производства в условиях дискретно-нестабильных программ выпуска изделий.

Список литературы: 1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: машиностроение, 1971. – 782 с. 2. Мовшович А.Я., Кочергин Ю.А. Конструкции и технологические возможности специализированных переналаживаемых гибочных штампов. Вестник Национального технического университета «КПИ». – К.: НТУУ «КПИ». – 2010. – с. 250 – 254. 3. Блох А.С. Основные графические методы обработки опытных данных. М.: Машгиз, 1951. – 175 с.

ИЩЕНКО Г.И. главный инженер завода «Турбоатом», г. Харьков

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ОБРАТИМОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

В статье рассмотрено влияние основных технологических факторов на прочность закрепления направляющих элементов технологической оснастки. Приведены аналитические зависимости для определения геометрических параметров направляющих колонок и усилия выпрессовки при клеевом соединении направляющих элементов с базовыми деталями.

Ключевые слова: направляющие элементы, клеевое соединение, шероховатость поверхности, точность конструкций, длина посадочных частей, усилия выпрессовки.

У статті розглянуто вплив основних технологічних чинників на міцність закріплення направляючих елементів технологічного оснащення. Приведено аналітичні залежності для визначення геометричних параметрів направляючих колонок і зусилля випресовки при клейовому з'єднанні направляючих елементів з базовими деталями.

Ключові слова: направляючі елементи, клейове з'єднання, шорсткість поверхні, точність конструкцій, довжина посадочних частин, зусилля випресовки.

In the article influence of basic technological factors is considered on durability of fixing of sending elements of the technological rigging. Analytical dependences are resulted for determination of geometrical parameters of sending columns and effort of pressing of at glue connection of sending elements with base details.

Keywords: sending elements, glue connection, roughness of surface, exactness of constructions, length of landings parts, efforts of spue.

Введение. Долговечность работы технологической оснастки в значительной степени определяется конструкцией и качеством исполнения системы направляющих элементов.

Наибольшее распространение система направления получила при конструировании и эксплуатации обратимых штампов листовой штамповки. Это вызвано особенностями их конструкции, в частности, необходимостью обеспечения точности совмещения верхней и нижней частей штампа с установленными рабочими элементами (матрицами и пуансонами), сохранения их положения в течение всего времени эксплуатации под действием усилия штамповки, достигающего от 2 до нескольких тысяч и более ньютонов.

Сущность системы обратимых штампов заключается в том, что вместо ряда специальных штампов из одних и тех же нормализованных и стандартизованных элементов и узлов создаются новые штампы с разнообразным расположением рабочих элементов и различным их сочетанием.

В своём первоначальном виде они сохраняются на время выполнения определенной технологической операции (от нескольких часов до нескольких месяцев) а, затем разбиваются на составные части для монтажа штампов новой конструкции [3].

Система направляющих элементов обеспечивает точность функционирования конструкций в течение всего срока службы.

В зависимости от габаритных размеров штампов и величины усилия штамповки устанавливается от двух до четырех и более направляющих элементов.

Результаты исследования. Одним из наиболее эффективных способов, обеспечивающих высокую точность установки направляющих элементов при конструировании штампов для выполнения разделительных и форморазделяющих операций, является клеевое соединение с базовыми элементами конструкции [1].

Исследования показали, что на прочность клеевого соединения направляющих элементов существенное влияние оказывают толщина клеевой прослойки, шероховатость и величина боковой поверхности соединяемых деталей.

С увеличением толщины клеевой пленки в пределах 0,2-1,8 мм предел прочности клеевого соединения на сдвиг уменьшается на 12-18% (рис.1). Максимальная прочность клеевого соединения при толщине клеевой пленки 0,2 мм и шероховатости поверхности $R_z 215$; в пределах 0,2-0,8 мм прочность клеевого соединения изменяется не значительно (уменьшение составляет 4-5%) и не оказывает существенного влияния на работоспособность конструкции.

В результате появилась возможность отказаться от операции координатной расточки отверстий в обоймах под направляющие элементы и тем самым снизить трудоемкость их изготовления.

На рис.2 показана зависимость прочности клеевого соединения от шероховатости поверхности направляющих элементов.

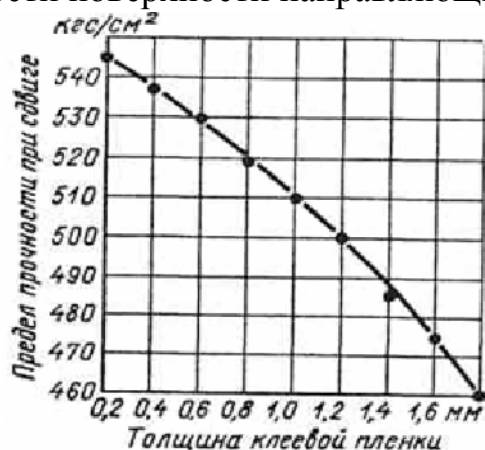


Рис.1. Зависимость прочности клеевого соединения от толщины клеевой пленки.



Рис.2. Зависимость прочности клеевого соединения от величины шероховатости соединяемых поверхностей

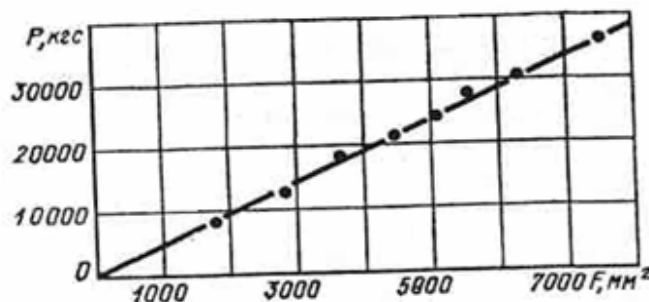


Рис.3 Зависимость прочности клеевого соединения от площади боковой поверхности направляющих элементов.

Измерение прочности клеевого соединения прямо пропорционально увеличению площади боковой поверхности соединяемых деталей (рис.3). Так при изменении площади боковой поверхности направляющей колонки с 1884 мм² на 3768 и 7536 мм² усилие выпрессовки увеличивалось в 2 и 4 раза и составляло 18,5 и 37 тс.

Установлено, что минимально допустимая длина посадочных частей направляющих колонок и втулок, при которой обеспечивается их надежное закрепление, составляет $(0,7—1,2)D$, где D — диаметр посадочной части колонки.

Функциональная зависимость усилия выпрессовки направляющих элементов от величины их боковой поверхности выведена путем математической обработки результатов экспериментов, полученных при следующих условиях: толщина клеевой пленки 0,4 мм, шероховатость поверхности R_z215 , поверхность направляющих элементов без канавок.

На рис.3 показана зависимость усилия выпрессовки P от площади боковой поверхности направляющей колонки F . Из графика следует, что эмпирическая формула зависимости $P = f(F)$ может быть выбрана в таком виде:

$$P = aF^\alpha \quad (1)$$

где a и α — параметры, которые необходимо определить.

Наиболее вероятные значения искомых параметров методом наименьших квадратов.

В результате функциональная зависимость (1) имеет вид

$$P = 4,8F \quad (2)$$

Результаты вычислений значений P по формуле (2) отличаются от экспериментально полученных не более чем на 5%.

В процессе штамповки система направления находится под воздействием силы P_r , действующей в горизонтальной плоскости:

$$P_r = f(P_n, P_{сб}, P_{изг.м.}, P_B^r)$$

где P_n — усилие на ползуне прессы; $P_{сб}$ — усилие, действующее на направляющие элементы и связанное с погрешностями сборки штампа; $P_{изг.м.}$ — усилие, возникающее в системе базовые плиты — направляющие элементы и вызываемое поворотом направляющих колонок вследствие прогиба нижней базовой плиты под воздействием усилия штамповки; P_B ; P_B^r — горизонтальная составляющая усилия штамповки (при резке по замкнутому контуру), вызванная погрешностями при установке зазора между матрицей и пуансоном, анизотропией штампуемого материала и др.

Для определения величины горизонтального усилия P_r испытания проводили при вырубке деталей Ø 85 мм из сталей Ст3 и 45 толщиной 0,5—8 мм, что обеспечивало изменение в широких пределах усилия штамповки. Опыты проводили на кривошипных прессах усилиями 40 и 100 тс, зазоры в направляющих ползунов соответствовали паспортным данным. Сначала регистрировались напряжения в направляющих элементах при перемещении верхней части штампа относительно нижней от руки, что позволяло определить влияние $P_{сб}$ затем при холостом ходе прессы определялось влияние $P_{сб} + P_n$ и далее в момент штамповки материала.

Напряжения в направляющих колонках регистрировали методом тензометрирования.

Для установления влияния количества направляющих элементов и их расположения на работоспособность конструкции штампа опыты проводились при осевом, заднем и четырехколончатом расположении направляющих элементов. Количество колонок последовательно уменьшалось с четырех до трех и двух.

Анализ полученных результатов позволил сделать вывод, что конструкция направляющих элементов обратимых штампов позволяет обеспечить достаточную точность сборки. Напряжения, вызванные неточностью установки направляющих колонок и втулок, не превышают 8—10% в общем балансе напряжений.

Для сравнения было проведено исследование с установкой направляющих элементов запрессовкой в верхнюю и нижнюю обоймы. В этом случае величины напряжений при одних и тех же параметрах направляющих элементов возрастали в 2-4 раза.

Напряжения в системе направления, вызванные действием силы P_n в случае, когда параметры пресса соответствуют паспортным данным, также незначительны и в общем балансе напряжений не превышают 6—7%.

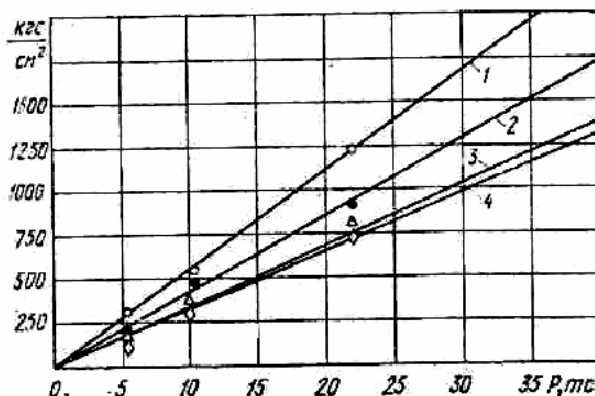


Рис. 4. Зависимость максимальных напряжений в направляющих колонках от усилия штамповки: 1 - две колонки, заднее расположение; 2 - две колонки, диагональное расположение; 3 — три колонки, 4 — четыре колонки.

Однако в тех случаях, когда люфт в направляющих превышает 0,5—1,5 мм, напряжения, вызванные силой P_n , резко возрастают и в зависимости от величины коэффициента $k = \frac{r}{L}$ (r — радиус кривошипа; L — длина шатуна пресса)

могут достигать до 40% в общем балансе напряжений в системе направления.

Таким образом, наибольшие по величине напряжения в направляющих элементах вызываются действием силы $P_{изг.м}$ и P_r и составляют до 82—86% в общем балансе напряжений.

Экспериментальные исследования показали, что конструкция державок обратимых штампов практически обеспечивает точность установки зазора между матрицей и пуансоном в пределах до 5%. Однако неравномерность зазора между пуансоном и матрицей оказывает существенное влияние на величину напряжений в направляющих колонках. Так, при штамповке деталей $\varnothing 85$ мм из листового ма-

териала толщиной 4 мм изменение зазора между режущими частями штампа от 0,28 до 0,01 мм привело к увеличению величины P_B^r на 65—80%.

На рис.4 приведена зависимость максимальных напряжений в направляющих колонках от усилия штамповки. Наибольшие напряжения имели место при заднем расположении колонок, а минимальные — при трехколончатом расположении направляющих элементов. Установлено, что при размерах базовых плит универсально-сборных штампов в пределах до 360*480 мм в плане увеличение числа направляющих элементов свыше трех не оказывает существенного влияния на характер напряженного состояния направляющих элементов при одинаковых их геометрических размерах.

Система направления оказывает большое влияние на стойкость режущих частей штампов [2].

При нормальной работе штампа абсолютная величина смещения пуансона относительно матрицы определяется зазором между направляющими элементами. Испытания универсально-сборных штампов на стойкость показали, что хорошие результаты достигаются в том случае, когда эксцентричность пуансона относительно матрицы не превышает 30% величины одностороннего зазора. В связи с этим горизонтальная жесткость направляющих колонок не может выбираться произвольно.

Относительные перемещения матрицы и пуансона складываются из двух величин: перемещения в результате выбора зазора между колонкой и втулкой δ_1 и перемещения δ_2 в результате изгиба колонки под воздействием горизонтального усилия P_r .

Исходя из условия незаклинивания направляющих колонок во втулках, величину допускаемого смещения колонок определяют по формуле:

$$\delta_1 = \frac{2}{3} \Delta_{cp} = \frac{2(\Delta_1 + \Delta_2)}{6},$$

где Δ_{cp} — величина средневероятного зазора между направляющими элементами; Δ_1 — допуск на отверстие направляющей втулки; Δ_2 — допуск на диаметр направляющей колонки.

Согласно условию обеспечения оптимальной стойкости режущих частей штампа величина допускаемого смещения не должна превышать $0,3 \frac{z}{2}$, где $\frac{z}{2}$ односторонний зазор между матрицей и пуансоном.

Тогда

$$\frac{0,3z}{2} \geq \delta_1 + \delta_2 \quad (3)$$

Величину δ_2 определяют из условия прогиба балки, защемленной консолью, под действием силы P_r , приложенной на расстоянии H . Таким образом,

$$\delta_2 = \frac{P_r H^3}{n3EJ},$$

где n - число колонок; J - момент инерции; E - модуль упругости материала.

Подставляя соответствующие значения в уравнение (3), получим формулу для определения диаметра колонок, системы универсально-сборочных штампов

$$d = 0.24 \sqrt[4]{\frac{P_r H^3}{n\pi(0.225z - \Delta_{cp})}}.$$

Величину силы P_r определяют из формулы

$$P_r = \frac{\sigma W}{H}$$

Где σ - напряжение в направляющей колонке, кгс/мм²; W - момент сопротивления,

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0.1 d^3 \text{ мм}^3.$$

Тогда

$$d = \frac{\sigma H^3}{nE(0.225z - \Delta_{cp})}.$$

Выводы.

Автономная система направления, применяемая в универсально-сборных штампах, обеспечивает их достаточную надежность в работе и точность при сборке.

Закрепление направляющих элементов при помощи клеевых материалов сокращает трудоемкость и цикл изготовления посадочных мест соединения, повышает прочностные показатели, увеличивает точность сборки.

Список литературы: 1. Ищенко Г.И., Резниченко Н.К., Мовшович А.Я. Конструктивные особенности системы направления и её влияние на работоспособность обратимой технологической оснастки. – Академия инженерных наук Украины.- К.:НТУУ «КПИ», вып. 1(39)/2010-с.18-23. 2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1985- 520с. 3. Мовшович А.Я. Система универсально – сборных штампов для листовой штамповки. М.-: Машиностроение, 1977.- 176с.

УДК 621.7.075

МОВШОВИЧ А.Я., докт. техн. наук, проф., заместитель директора по научной работе НПП «Оснастка», г. Харьков

ЖОЛТКЕВИЧ Н.Д., докт. техн. наук, УИПА, г. Харьков

РЕЗНИЧЕНКО Н.К., докт. техн. наук, доц., УИПА, г. Харьков

КОЧЕРГИН Ю.А., инженер, Укрстандартметрология, г. Харьков

БУДЕННЫЙ М.М., канд. техн. наук, генеральный директор Укрстандартметрология, г. Харьков

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И СБОРКИ БЛОКОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫХ ШТАМПОВ ДЛЯ ГИБКИ ДЕТАЛЕЙ